



八管炉

使用说明书

SHI YONG SHUO MING SHU



安徽贝意克设备
技术有限公司

Anhui BEQ Equipment
Technology CO., Ltd

警示：



使用注意事项：

- 1、使用前请先加上管堵，管堵的位置要紧靠近炉膛（可根据实际需要管堵向两边移动），但两边管堵位置一定要对称，否则会损坏炉管。
- 2、炉管两边伸出来的部分要对称。
- 3、高温炉管不建议正压使用，如果要使用正压压强绝不允许超过 0.02Mpa。
- 4、不能在超过 1400 度高温下保持负压操作。

安全警告：

如果忽视下面列出部分的警告，有可能引起火灾或人员伤亡的情况。

● **本产品附近禁止放置有水的花瓶等容器**

- 1) 容易溅上水的场所不要使用。水等进入产品本体的话，可能引起火灾，触电。
- 2) 产品本体上，不要放置花瓶、盆景、杯子、化妆品、药品、金属物等。如果掉落，可能引起受伤。
- 3) 不准损坏电源线。电源线破损的话，可能引起火灾、触电等事故。
- 4) 插座避免接驳。电流过大，可能引起发热、火灾。
- 5) 万一产品本体被损坏的话，请委托检验修理。产品本体被损坏继续使用的话，可能引起火灾，触电。
- 6) 禁止随意改动电源线或生硬弯曲、拧转、拉伸电源线。可能引起火灾，触电。
- 7) 冒烟、异物或水等进入产品本体时，请切断电源开关。拔去插头，请委托检验修理。
- 8) 严禁手湿的情况下，去插拔电源。可能触电。
- 9) 产品本体周围一米内，不准放置易燃物。可能引起火灾。
- 10) 切勿让儿童触摸本产品。外壳的温升可能导致灼伤。

● **禁止随意分解改造本体。可能会引起伤害、故障或火灾。**

● **炉内温度变成常温后方可打开上盖。此时作品温度仍可能较高，请注意，或佩带手套等操作。**

注意：本设备不建议，不提倡使用，易燃、易爆、有毒有害气体。在使用石英玻璃炉管或氧化铝刚玉炉管时，炉管内的压力应控制在 $\leq 0.02\text{Mpa}$ 。严禁超压使用。如不采纳我公司的建议，在使用过程中，出现人生安全及设备的损坏，本公司概不负责。

保修原则：

用户在遵守保管、使用、安装、运输规定的条件下，从我公司发货之日起，在 12 个月内因产品质量问题而发生损坏不能正常工作的，我公司为用户提供整机免费服务（人为损坏除外）。保修期满后，我公司将继续根据用户要求进行有偿终身维护。**注意：刚玉管、密封圈以及加热元件属耗材，不在保修范围内。**

目 录

一、结构简介.....	4
二、设备安装接线.....	5
三、设备启动操作.....	6
四、能调节仪的介绍.....	9
五、智能调节仪的显示切换.....	10
六、智能调节仪的性能参数切换.....	11
七、智能调节仪性能参数的说明.....	11
八、控温程序的设定.....	12
九、控温程序的运行.....	12
十、控温程序的暂停.....	13
十一、控温程序的停止.....	13
十二、M5、P、t 控制参数的调节.....	13
十三、维护注意事项.....	14
十四、常见故障及故障排除.....	15
十五、技术参数.....	15
附录.....	17
一、双铂铑（铂铑 30-铂铑 6）热电偶的常识.....	17
二、单铂铑（铂铑 10-铂）热电偶的常识.....	18
三、硅 碳 棒 简 介.....	18
四、硅 钼 棒 简 介.....	20
五、真空知识和压力单位换算.....	21

八管炉使用手册

(图片如与实物不符, 请以实物为准)

一、结构简介

这是一款根据客户需求定制而成的专用设备。其设备特点如下:

1. 电气控制及炉膛安装

电气控制采用 8 块仪表分别控制 8 个独立炉膛。分别安装 8 支管径 50*600mm 的石英炉管, 炉膛结构为独立设计, 组装或拆卸时打开侧边门板, 将炉膛插入或抽出, 安装方便, 便于后期维护更换。炉膛最高使用温度 1200 摄氏度。

仪表应客户要求安装在机器右侧面板上, 和进气口方向一致;

二: 法兰

1: 左端法兰:

本设备加装 8 个真空压力表。

2: 右端法兰:

右端法兰设有内螺纹组合截止阀, KF16 的接口, 用一根不锈钢管同事连接 8 根炉管 (中间用波纹管连接) 抽气端为 KF25 接口。

将转接管向下延伸用于连接分子泵, 分子泵与机械泵连接。

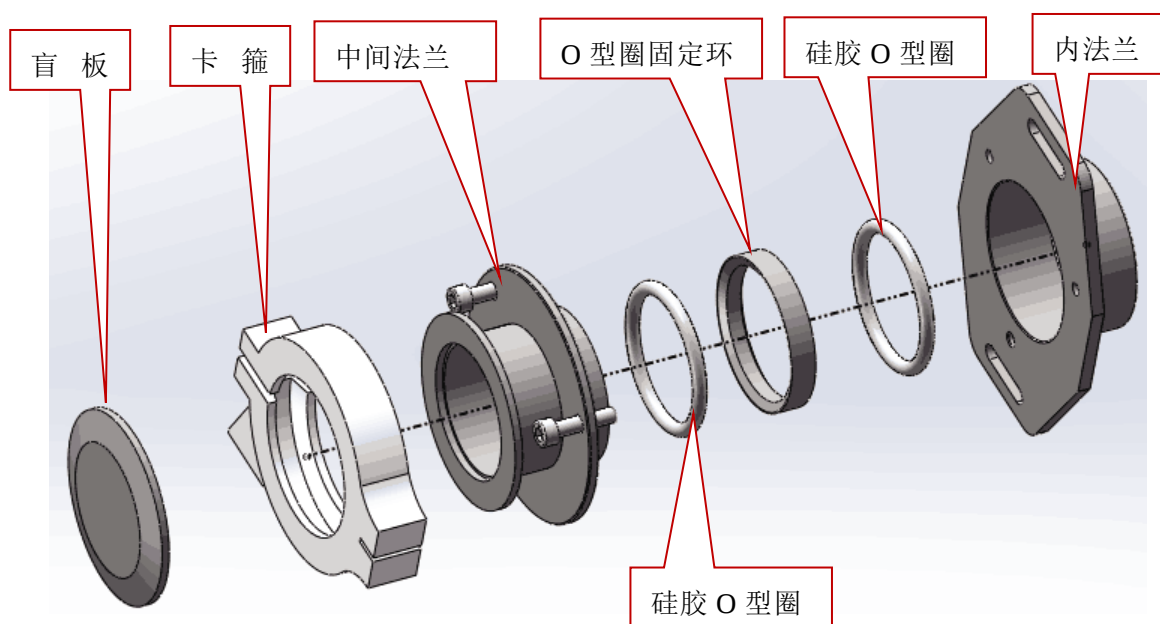
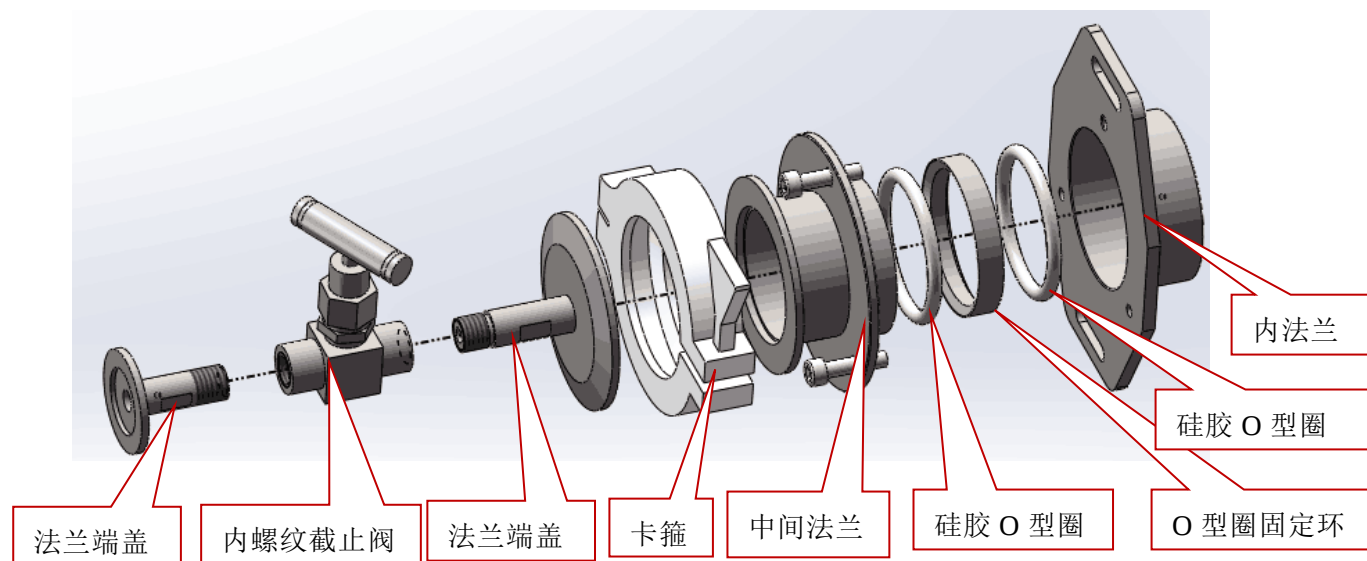
三: 控制区域

本设备按照客户要求将控制区放在了炉体正前方, 并将功能集成与触摸屏之上。



二、设备安装接线

1. 打开包装箱，检查设备是否完好，根据装箱单检查配套附件是否完整。
2. 查看炉体后面的标牌，确认是哪款设备，以及工作电压、功率大小，如出现产品型号与所定购的有区别请及时与我们联系。
3. 设备放置地点应选择空气流通，无震动，无易燃、易爆气体或高粉尘的场所。
4. 安装炉管：将炉管轻轻的从炉体一侧插入，注意不要上下左右搅动，以免损坏加热体。
5. 安装法兰（如需较高真空，各步骤均需涂抹真空规脂）。



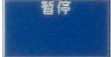
6. 请使用与所采购设备相匹配的工作电源电压，加装与炉体工作电流相匹配的空气开关，可靠连接接地保护线，切勿将高电压引入，以免引起仪表及控制线路的损坏，不用时请关闭电源。
7. 安装完毕应通电试机。

三、设备启动操作

1. 开机顺序如下：

- (1) 送入总电源，打开 Lock 开关，触摸屏进入开机界面，控温仪表点亮。
- (2) 输入控温程序曲线。运行曲线结束一定要设置结束语“t xx -121” ！！
- (3) 点击触摸屏控制界面“总运行”按钮，（所有）炉膛加热进入自动控制状态（也可单独运行）。

2. 关机顺序

- (1) 程序运行结束后，加热控制“总停止”按钮变成“”。若中途需停止运行控温程序，按加热控制“总暂停”按钮，使控温程序停止运行。
- (2) 关闭 Lock 开关切断控制电源。
- (3) 工作结束。

3. 触摸屏使用说明





贝意克

BEST EQUIPMENT

温区1

安徽贝意克设备技术有限公司
Anhui BEQ Equipment Technology CO., LTD

2020年4月30日 10:37:59 周四

HAL	1200	LAL	0	OPH	100	CTRL	3
P	50	t	6	M5	550	ADDR	5

C01	0	C05	300	C09	0	C13	0
T01	40	T05	-121	T09	0	T13	0
C02	200	C06	0	C10	0	C14	0
T02	60	T06	0	T10	0	T14	0
C03	800	C07	0	C11	0	C15	0
T03	30	T07	0	T11	0	T15	0
C04	800	C08	0	C12	0		
T04	50	T08	0	T12	0		

仪表参数

升温设置参数

读取

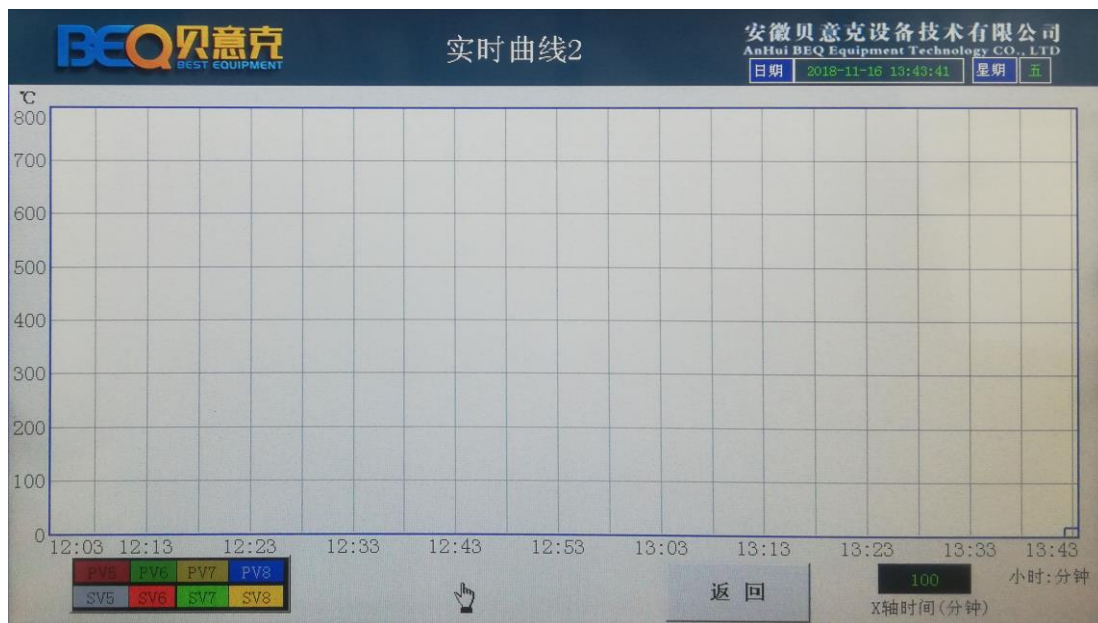
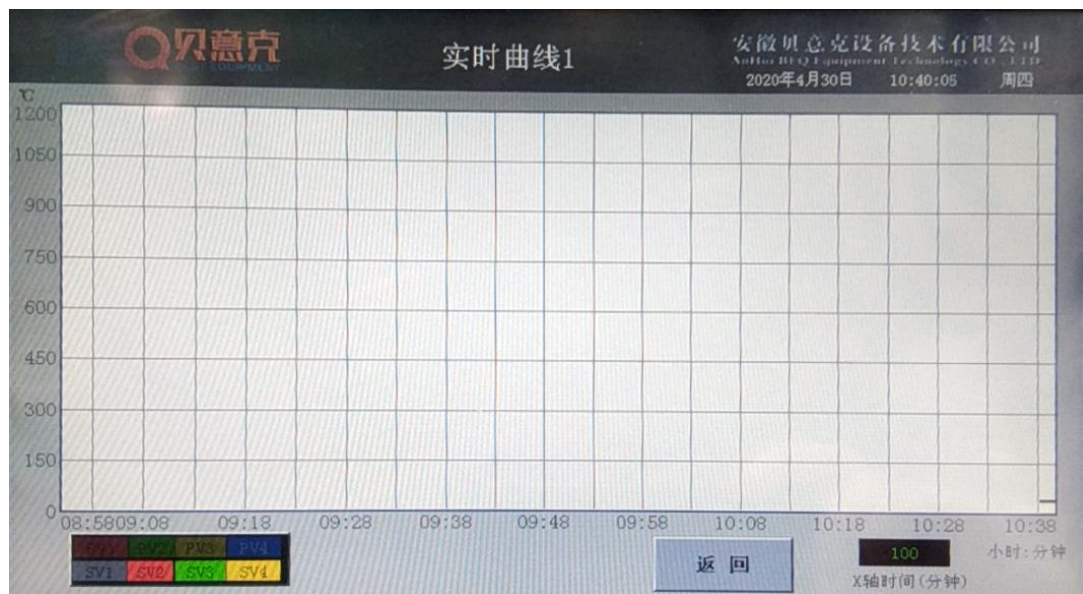
写入

返回

注意：运行曲线结束一定要设置结束语“TX -121” !!! 并注意程序要有连续性。

[illegible]

(3) 点击”实时曲线“按钮，进入如下界面：



图中温度曲线与左下角颜色方块对应

(4) 如需对仪表主要参数进行更改,可通过设备后面仪表进行更改或进行管理员登陆后进行更改(不建议改动)。

点击“注销”，出现下图界面，输入“8888”，点击确认，登陆后可进行参数修改



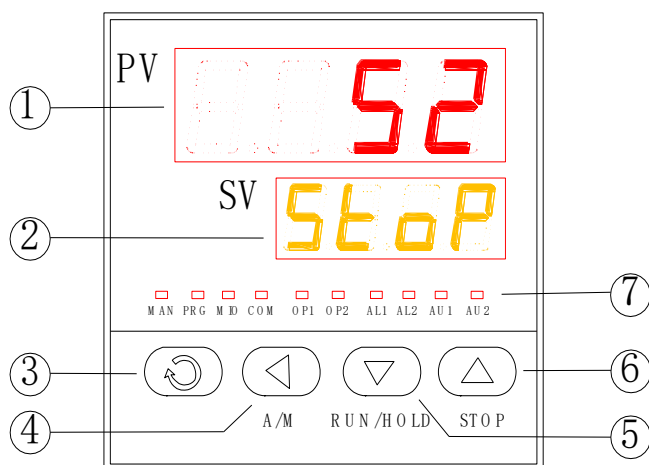
四、智能调节仪的介绍

注：当触摸屏无法使用（不能正常工作）时，可使用机体内的备用仪表来运行控温程序。

1. 主要特点：

- （1）采用先进的 AI 人工智能调节算法，无超调，具备自整定功能，可实现任意斜率的升、降温控制，具有跳转（循环）、运行、暂停及停止等操作命令。测量精度：0.2 级。
- （2）30 段程序控制功能。
- （3）掉电数据保存。

2. 仪表面板



- | | |
|-----------------------|---|
| 1) 炉温显示 | (PV) |
| 2) 给定值显示 | (SV) |
| 3) 设置键 (确认键) |  |
| 4) 数据移位键 (兼程序设置进入) |  (A/ M) |
| 5) 数据减少键 (兼程序运行/暂停操作) |  (RUN/HOLD) |
| 6) 数据增加键 (兼程序停止操作) |  (STOP) |
| 7) 功能指示灯 | |

五、智能调节仪的显示切换

仪表的工作显示表示仪表所处的工作状态，其工作状态决定您是否可进行某种操作，因此用户使用该设备或进行某项操作时要注意仪表的工作状态。

1、开机状态：

仪表开机显示仪表型号及软件版本号约几秒钟后即进入温度测量显示的基本状态状态，“SV”闪动显示‘STOP’表示程序处于停止状态。

2、显示切换如下：

- 1) 在**基本状态**或**程序运行状态**下，按键 1 秒切换至 (PV STEP、SV xx 段) **运行程序段状态**。（设置运行段或显示正在运行的温度段）
- 2) 再按键 1 秒切换至该段**运行时间状态**。（显示运行段总运行时间 PV xxxx 分钟，已运行时间 SV xxxx 分钟）
- 3) 再按键一秒返回**基本状态**

六、智能调节仪的性能参数切换

仪表性能参数决定仪表的运行状态及控制精度。

设置仪表性能参数如下：

- 1) 在**基本状态**下，按  键约 2 秒仪表进入**参数设置状态**并显示性能参数 M5 的设定值。
- 2) 在性能参数 M5 的状态下按  键 1 秒，仪表将依次显示各现场参数，采用    三键可以修改各性能参数值。（出厂前各性能参数已经配置好，无特殊要求一般无需改动）
- 3) 按  键约 2 秒，可返回显示上一参数。
- 4) 先按  键紧接着再按  键可退出参数设置状态。如果没有按任何操作键，约 30 秒钟后会自动退出参数设置状态。

七、智能调节仪性能参数的说明

1. 性能参数：

参数	参数含义	设置范围	数值单位
M5	保持参数	1—9999	℃或 1 定义单位
P	速率参数	1—9999	
t	滞后时间	1—2000	秒
Ctrl	控制方式	2, 3	
LOC	参数锁禁	0	解锁 808

2. 参数功能说明

1) 保持参数 M5：

定义为输出变化为 5% 时，控制对象基本稳定后测量值的差值。它主要决定调节算法中积分作用，和 PID 调节的积分时间类同。M5 越小，系统积分效果越强。M5 越大，积分效果越弱（积分时间增加）。设置 M5=0 时，系统取消积分作用及人工智能调节功能。调节部分成为一个比例微分（PD）调节器。

2) 速率参数 P：

类似 PID 调节器的比例带，但变化相反。P 值越大，比例、微分作用成正比增强，而 P 值越小，比例、微分作用相应减弱。P 参数与积分作用无关。

3) 滞后时间 t：

定义为假定没有散热，当其升温速率达到最大值 63.5% 时所需的时间。t 参数对控制的比例、积分、微分均起影响作用，t 越小则比例、积分作用均成正比增强，而微分作用相应减弱，但整体反馈作用增强；反之，t 越大则比例、积分作用相应减弱，而微分作用相应增强，其设置对控制效果影响很大。如果 $t \leq 1$ 系统的微分作用被取消。

4) 控制方式 CtrlL：（请不要把该参数设置为别的数值，可能会导致该系统无法工作）

Ctrl=2 启动自整定参数功能，自整定结束后会自动设置为 3。

Ctrl=3 采用先进的 AI 智能调节算法，自整定结束后，仪表自动进入该设置，该设置下不允许

从面板启动自整定功能，以防止误操作重复启动自整定。

5) 最大输出限流 OPL:

设置了分段限流功能时（200℃以下）的最大输出。

6) 最大输出限流 OPH:

没有设置分段限流功能时的最大输出。

7) 参数锁禁 LOC:

高温炉的内部功能参数锁，一般无需客户改动。（请不要把该参数设置为别的数值，可能会导致该系统无法工作）

八、控温程序的设定

控温程序的设定是用户对自身烧结材料工艺条件的选择,正确的设置控温程序是成功烧结材料的前提。

1、控温程序设置如下:

- ① 在**基本状态**下按 $\leftarrow$ 键 1 秒，仪表就进入**控温程序设置状态**，仪表首先显示的是当前运行段起始给定值，可按 $\leftarrow\uparrow\downarrow$ 三键修改数据。
- ② 按 $\rightarrow$ 键 1 秒将依次显示下一个要设置的程序值（当前段运行时间），每段控温按 Ct 的方式依次排列，即该段的**起始温度** $\Rightarrow$ **该段运行时间** $\Rightarrow$ **目标值**，该段目标值是下一段的起始温度。（按 $\leftarrow\uparrow\downarrow$ 三键修改数据）
- ③ 按 $\leftarrow$ 键约 2 秒，可返回设置上一参数。
- ④ 先按 $\leftarrow$ 键再按 $\rightarrow$ 键可退出控温程序设置状态。如果没有任何按键操作，约 30 秒钟后仪表会自动退出参数设置状态。

用 $\rightarrow\leftarrow\uparrow\downarrow$ 四键，将上述数据依次输入，即完成程序曲线设置。

注意：运行曲线结束一定要设置结束语“t X -121” !!! 并注意程序要有连续性。

在运行控制过程中可进行控温程序的修改，以后按修改后的控温程序曲线控制运行。操作不熟练的客户不建议在运行控制过程中修改控温程序，有可能由于修改而导致温差过大，造成过流。如需要更改控温程序可先停止程序运行再修改控温程序。

九、控温程序的运行

投入自动控制如下:

1. 若仪表原来只处于**基本状态**(程序处于停止状态下，显示器 SV 交替显示 ‘Stop’)，按 $\rightarrow$

键 1 秒，进入运行**程序段状态**（PV ‘STEP’、SV ‘xx’ 段） 用户可以自己选择从第几段开始，通常程序运行段号 ‘STEP’ 随着程序的执行自动增加或跳转，无需人为干涉。有时因特殊因素，在程序运行中有时希望从程序的某一段开始，或直接跳到某一段执行程序，可通过修改 ‘STEP’ 值来实现。再按  键+ 键返回基本状态。

2. 按  键约 2 秒钟（下显示器 SV 显示 ‘run’ ）仪表投入自动控制状态。

十、控温程序的暂停

暂停控制如下：

在**程序运行状态**中按  键约 2 秒钟，仪表下显示器 SV 交替显示 ‘HoLd’ 符号则仪表进入**暂停状态**，暂停时仪表仍执行控制，并将温度控制在暂停时的给定值上，但控温时间停止增加。在暂停状态下按  键 2 秒钟仪表下显示器 SV 显示 ‘run’ 符号，则仪表又重新运行。

十一、控温程序的停止

停止控制如下：

在程序处于**运行或暂停状态**下，按  键约 2 秒钟，仪表下显示器 SV 将显示 ‘Stop’ 的符号，此时结束程序控制，仪表处于停止状态的**基本状态**，同时参数 “STEP” 被修改为 “1” 此时 PV 显示炉温 “xxxx℃”，SV 显示 “Stop”。

十二、M5、P、t 控制参数的调节

M5、P、t 控制参数设置的正确与否直接关系到高温炉的控温精度，该设备出厂时已进行严格的高温预烧测试（速率 5℃/min），并已依据该炉的性能对控制参数 M5、P、t 予以确定，一般无需改动，基本可满足 95% 以上的客户要求，但由于各地域炉体环境及各客户的生产工艺要求不同，可能正确地操作而无法获得稳定的控制，这时可启动仪表的自整定功能来协助确定 M5、P、t 控制参数。

系统在不同的温度下整定出的参数值不完全相同，执行自整定功能前，炉温应在最常用，或最关心的温度值的 80% 处，仪表处于**运行状态**下，将仪表的控制方式参数 ‘Ctrl’ 设置为 2，再按  键+ 键切换到**运行状态**，此时仪表将闪动显示 “AT” 字样，表明仪表已进入**自整定状态**。自整定时仪表执行位式调节控制炉体，（硅钼棒做加热元件的炉体在 400℃ 以前不易启动自整定）经 2—3 次振荡后，仪表自动分析高温炉的温度控制周期、幅度、波型及该温度段的保温系数，自动计算出 M5、P、t 的控制参数。若要提前放弃，可按  键约 2 秒钟使仪表停止闪动显示 “AT” 字样即可。视不同温区，自整定时间长短不一，自整定结束后会自动将参数 ‘Ctrl’ 设置为 3。如果今后还要启动自整定可将控制方式 Ctrl 设置为 2 后重新启动。

仪表的自整定功能整定出的参数准确度较高，但由于各加热元件的特殊电气特性（电阻率随着温度的升高或时间的推移而改变），及各温度段升温速率的差异，自整定的参数可能并不是最佳值，如果正确地操作自整定还无法获得稳定的控制，可适当人工修改 M5、P、t 的控制参数。

人工修改时，注意观察系统响应曲线，如果：

- ① 短周期（与自整定或位式调节时振荡周期相当或略长）振荡；
可减小 P（优先），加大 M5 及 t
- ② 长周期（数倍于位式调节时的振荡周期）振荡；
可加大 M5（优先），加大 P，t
- ③ 无振荡而静差太大；
可减小 M5（优先），加大 P
- ④ 最后能稳定控制但时间太长；
可减小 t（优先），加大 P，减小 M5

调试时可用逐试法，既将 M5、P、t 参数之一增加或减少 30%—50%，如果控制效果变好，则继续增加或减少该参数，否则往反方向调整，直到获得合格的调节质量为止。一般先修改 M5，如果无法满足要求再依次修改 P、t 参数，直到满足要求为止。

十三、维护注意事项

1. 炉子首次使用或长时间不用，炉温尽量不要超过额定温度，以免损坏加热元件及炉衬。禁止向炉膛内直接灌注各种液体及溶解金属，保持炉内的清洁。
2. 炉膛若采用刚玉炉管，依据刚玉材料的物理性质，各温区的升、降温速率不宜过快（ $\leq 5^{\circ}\text{C}$ ），严禁在炉管 100°C 以上取送物料。有利于炉管的热应力的均匀释放，以延长炉管的使用寿命。
3. 炉膛若采用石英管，当温度高于 1000°C 时，石英管的高温部分会出现不透明现象，这叫失透（又叫析晶性）是连熔石英管的一个固有缺陷，属正常现象。
4. 炉体若采用硅钼棒做加热元件，依据硅钼棒的物理特性，常温下脆性很大，因此在加热元件安装好后不能随意拆装和搬动炉体。不宜在 $400\text{--}700^{\circ}\text{C}$ 温度段长时间运行，否则硅钼棒将发生低温氧化，导致元件损坏。
5. 炉体若采用硅碳棒做加热元件时，长时间运行，阻值会逐渐增大，这种现象叫“老化”。炉子在运行一段时间后，由于硅碳棒的老化现象，会造成炉子的升温速率及理想温度达不到原来的数值。请适当调节 OPH 值，并观察电流表主电流在合适的大小。个别元件由于某中原因损坏需更换时，要根据当时其它元件阻值的增长情况，选补阻值适宜的元件，不可随意更换新元件。若元件损坏较多或阻值增长过大，无法达到所需炉温时最好全部更换成新元件。
6. 冷炉使用时，由于炉膛是冷的，须大量吸热，所以低温段升温速率不易过快，各温度段的升温速率差别不易太大，设置升温速率时应充分考虑所烧结材料的物理化学性质，以免出现喷料现象，污染炉管。
7. 定期检查温度控制系统的电器连接部分的接触是否良好，应特别注意加热元件的各连接点的连接是否紧固。
8. 炉子使用过一段时间后，若真空度降低，可分别更换不锈钢法兰盘之间的耐温硅胶圈或重新安装不锈钢法兰盘或更换修理真空系统，以提高系统的整体真空度。
9. 炉子在工作过程中，一般在 300°C 左右若控制偏差还不能消除，出现温度显示值与程序给定值

不符或摆动过大，请检查参数“M5、P、t”设置是否准确。

10. 采用 B 型高温双铂铑（30%-6%）热电偶，仪表在 0-600℃测量精度 0.5 级，在 600-1700℃可保证 0.2 级。采用 S 型单铂铑热电偶测量精度可保证 0.2 级。
11. 本炉适用于下列工作条件：
 - a) 环境温度在-10~75℃之间。
 - b) 周围环境的相对湿度不超过 85%。
 - c) 炉子周围没有导电尘埃，爆炸性气体及严重破坏金属和绝缘材料的腐蚀性气体。
 - d) 没有明显的倾斜、振动和颠簸。
12. 各炉体控制实物如与该说明书图片不符以实物为准，但控制操作方法相同。
13. 用户在遵守保管、使用、安装、运输规定的条件下，从我公司发货之日起，在 12 个月内因产品质量问题而发生损坏不能正常工作的，我公司为用户提供整机免费服务（人为损坏除外）。保修期满后，我公司将继续根据用户要求进行有偿终身维护。

十四、常见故障及故障排除

故 障 现 象	故 障 原 因	排 除 方 法
设备运行时有电压，无电流。	加热元件断裂	找到断棒更换
仪表 SV 交替显示 0raL	热电偶断路	更换热电偶
仪表 SV 交替显示 HIAL	炉体超过上限温度仪表起保护	温度降至安全温度后仪表自动恢复正常（检查超温原因）
电源一切正常但炉体不工作	仪表参数误修改	改为正确参数
电源及加热元件都正常，但炉体不能升温	控制线路损坏	通知专业维修人员。
仪表显示温度与放样区温度不符，出现正或负偏差	测温点与放样点位置有偏差，或加热元件微观上的阻值偏差，属正常现象。	摆正放样位置，或通知维修人员人为校正。

十五、技术参数

型号 项目	BTF-1200C-8D
最高温度	1200℃
升温速率	≤10℃/min
控温精度	±1℃
加热元件	电阻丝
加热炉膛数量	8 组
加热区长度	230mm
恒温区长度	100mm
热电偶	K 型
控温方式	模糊 PID 控制和自整定调节，人工智能化 30 段可编程控制，具有超温和断偶报警功能。8 组炉膛独立控温
炉管尺寸（外径*壁厚*高）	Φ 50*600*3mm
额定功率	20KW
供电电源	AC220/380V 50/60Hz
空开	60A 3P

附录

一、双铂铑（铂铑 30-铂铑 6）热电偶的常识

该热电偶在室温下热电动势极小（25℃时为 $-2\mu\text{V}$ ，50℃时为 $3\mu\text{V}$ ），故在测量时一般不用补偿导线，可以忽略参考端温度变化的影响。它的长期使用温度为1600℃，短期使用温度为1800℃。铂铑6合金的熔点为1820℃，限制其使用温度上限。双铂铑热电偶的电动势率较小，因此，需配备灵敏度较高的显示仪表。

B型热电偶适宜在氧化性或中性气氛中使用，也可以在真空环境下短期使用，即使在还原性气氛下使用，其寿命也是R、S型热电偶的10~20倍。因R及S型热电偶在高温下，将发生铂铑正极向负极扩散的现象，引起热电偶劣化，为了防止上述现象的发生，在铂中添加铑制成铂铑合金，不仅可以改善耐热性能，而且还可以提高合金对铂的热电动势率。当铑含量在20%以下时，铂铑合金对铂的热电动势急增，但超过此值，随铑含量的增加，变化不大，且显著硬化，加工困难。故此类合金中铑含量不能超过40%（重量比）。

铂铑合金比纯铂的晶粒长度倾向小，而且，随铑含量的增多而减少，并可使热电性能更稳定，机械强度更高。因此，双铂铑热电偶在1800℃的高温测量中得到广泛应用。双铂铑热电偶的分度号以前为LL-2，现为B。

铂铑 30-铂铑 6 热电偶分度表（分度号：B）

（参考端温度：0 摄氏度） 热电动势 mv

	0℃	10℃	20℃	30℃	40℃	50℃	60℃	70℃	80℃	90℃
		-0.002	-0.003	-0.002	0	0.002	0.006	0.011	0.017	0.025
100℃	0.033	0.043	0.0053	0.065	0.078	0.092	0.107	0.123	0.14	0.159
200℃	0.178	0.199	0.22	0.243	0.266	0.291	0.317	0.344	0.372	0.401
300℃	0.431	0.462	0.494	0.527	0.561	0.596	0.632	0.669	0.707	0.746
400℃	0.786	0.827	0.87	0.913	0.975	1.002	1.048	1.095	1.143	1.192
500℃	1.241	1.292	1.344	1.397	1.45	1.505	1.56	1.617	1.674	1.732
600℃	1.791	1.851	1.912	1.974	2.036	2.1	2.164	2.23	2.296	2.363
700℃	2.43	2.499	2.569	2.639	2.71	2.782	2.855	2.928	3.003	3.078
800℃	3.154	3.231	3.308	3.387	3.466	3.546	3.626	3.708	3.79	3.873
900℃	3.957	4.041	4.126	4.212	4.298	4.386	4.474	4.562	4.652	4.742
1000℃	4.833	4.924	5.016	5.109	5.202	5.297	5.391	5.487	5.583	5.68
1100℃	5.777	5.875	5.973	6.073	6.172	6.273	6.374	6.475	6.577	6.68
1200℃	6.783	6.887	6.991	7.096	7.202	7.308	7.414	7.521	7.628	7.736
1300℃	7.845	7.953	8.063	8.192	8.283	8.393	8.504	8.616	8.727	8.839
1400℃	8.952	9.065	9.178	9.291	9.405	9.519	9.634	9.748	9.863	9.979

1500℃	10.094	10.21	10.325	10.441	10.558	10.674	10.79	10.907	11.024	11.141
1600℃	11.257	11.374	11.491	11.608	11.725	11.842	11.959	12.076	12.193	12.31
1700℃	12.426	12.543	12.659	12.776	12.892	13.008	13.124	13.239	13.354	13.47
1800℃	13.585	13.699	13.814	——	——	——	——	——	——	——

二、单铂铑（铂铑 10-铂）热电偶的常识

该种热电偶的特点是热电性能稳定、抗氧化性强，宜在氧化性、惰性气氛中连续使用。长期使用温度为 1400℃，超过此温度时，即使在空气中，纯铂丝也将因再结晶致使晶粒粗大。故长期使用温度限定在 1400℃ 以下，短期使用温度为 1600℃。在所有的热电偶中，它的准确度等级最高，通常用作标准或作为测量高温的热电偶，它的使用温度范围广、均质性及互换性好。

铂铑 10-铂热电偶分度表(分度号:S)

(参考端温度为:0 摄氏度) 热电动势 mV

	0℃	10℃	20℃	30℃	40℃	50℃	60℃	70℃	80℃	90℃
	0.0	0.055	0.113	0.173	0.235	0.299	0.365	0.432	0.502	0.573
100℃	0.645	0.719	0.795	0.872	0.951	1.029	1.109	1.19	1.273	1.356
200℃	1.44	1.525	1.611	1.698	1.785	1.873	1.962	2.051	2.141	2.232
300℃	2.323	2.414	2.506	2.599	2.692	2.786	2.88	2.974	3.069	3.146
400℃	3.26	3.356	3.452	3.549	3.645	3.743	3.84	3.938	4.036	4.135
500℃	4.234	4.333	4.432	4.532	4.632	4.732	4.832	4.933	5.034	5.136
600℃	5.237	5.339	5.442	5.544	5.648	5.751	5.855	5.96	6.064	6.169
700℃	6.274	6.38	6.486	6.592	6.699	6.805	6.913	7.02	7.128	7.236
800℃	7.345	7.455	7.563	7.672	7.782	7.892	8.003	8.114	8.225	8.336
900℃	8.448	8.56	8.673	8.786	8.899	9.012	9.126	9.24	9.355	9.47
1000℃	9.585	9.7	9.816	9.932	10.048	10.165	10.282	10.4	10.517	10.635
1100℃	10.754	10.872	10.991	11.11	11.229	11.348	11.467	11.587	11.707	11.827
1200℃	11.947	12.067	12.188	12.308	12.429	12.55	12.671	12.792	12.913	13.034
1300℃	13.155	13.276	13.397	13.519	13.64	13.761	13.883	14.004	14.125	14.247
1400℃	14.368	14.489	14.61	14.731	14.852	14.973	15.094	15.215	15.336	15.456
1500℃	15.576	15.697	15.817	15.937	16.057	16.176	16.296	16.415	16.534	16.653
1600℃	16.771	16.89	17.008	17.125	17.243	17.36	17.477	17.594	17.711	17.826
1700℃	17.942	18.056	18.17	18.282	18.394	18.504	18.612	——	——	——

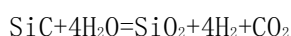
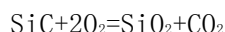
三、硅 碳 棒 简 介

碳化硅 (SiC) 电热元件是选用绿色高纯度六方碳化硅为主要原料，经加工制坯、高温硅化、经 2200℃ 高温再结晶而成的棒状非金属高温电热元件。正常使用温度可达 1450℃，合理使用条件下，连续使用超过 2000 小时，在空气中使用，不需要任何保护气氛该元件与金属电热元件相比，具有使用温

度高、抗氧化、耐腐蚀、寿命长、变形微、安装维修方便等特点。因此，它被广泛用于电子、磁性材料、粉末冶金、陶瓷、玻璃、冶金和机械等工业的多种高温电炉及其它加热的设备上。硅碳棒电热元件的使用寿命除了远见的内在质量的差异已影响外，还受元件的使用温度，元件发热部表面负荷，环境气氛，有害物质，供电方式（间断和连续使用）以及元件在使用过程中的串并联方式等因素的影响，在各温度下元件的使用负荷。

1、硅碳棒（SiC）的性能

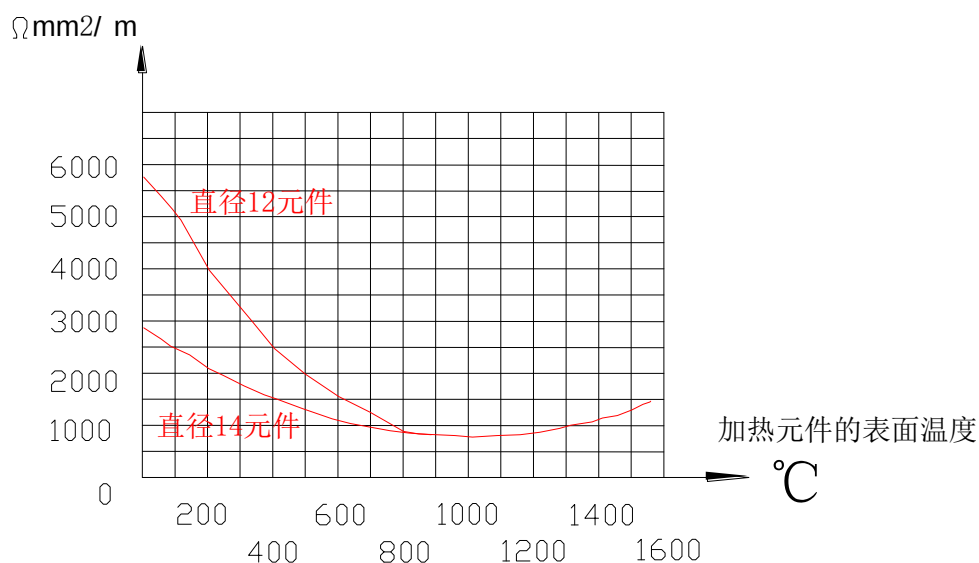
该元件质地硬而脆，膨胀系数小、能耐急冷急热，不易变形，有良好的化学稳定性，抗酸能力极强，与强酸不反应，抗碱能力较差，在高温下能腐蚀分解棒体。氯气能使元件分解，氢氮气有不同程度的侵蚀作用。如果在空气和水蒸气中长期使用，元件会缓慢老化，二氧化硅含量增多，电阻值增长，发生如下反应：



硅碳棒的电阻值，随着元件温度的变化而变化，因为元件是一种非线性型电阻体。从室温至 $850 \pm 50^\circ\text{C}$ 电阻由大变小， $850 \pm 50^\circ\text{C}$ 以上又由小变大。也就是说：元件的电阻温度系数有负值阶段也有正值阶段。在棒的一端所标电阻是按部颁标准规定在 $1050 \pm 50^\circ\text{C}$ 时测定的，便于安装时搭配。

元件的表面负荷密度与炉子的温度有密切关系，可以根据需要任意调整。需要炉温高时加大负荷密度，反之可降低负荷密度。即所谓“调功”。

2、硅碳棒（SiC）的电阻温度特性曲线



硅碳棒电阻—温度特性曲线

由图可见发热体电阻呈凹曲状，约 $850 \pm 50^\circ\text{C}$ 时，电阻率为最小值，在此温度点之后，温度增高电阻率相应增大。温度超过 1500°C 时，老化速度加剧，并将元件迅速烧毁。

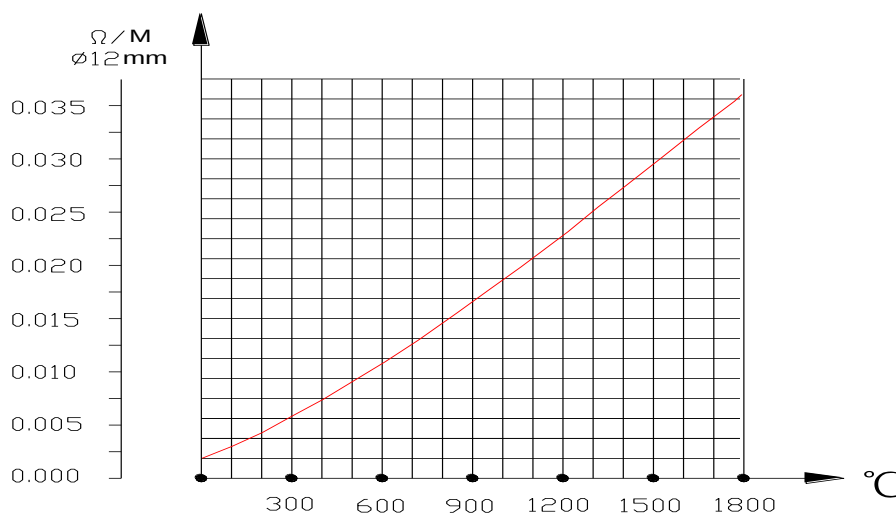
四、硅钼棒简介

1800 型硅钼棒是一种以二硅化钼为基础制成的电阻发热元件，元件最高表面温度为 1800℃，其在氧化气氛下高温使用，表面玻化，生成一层光亮致密的熔点为 1710℃石英（SiO₂）玻璃膜，能保护硅钼棒不再氧化，因此硅钼棒元件具有独特的高温抗氧化性。当元件使用温度大于 1700℃时，加热元件上的 SiO₂ 保护层熔融，由于表面张力的作用，SiO₂ 熔聚成滴，而失去保护作用。元件在氧化气氛下，再继续使用，SiO₂ 保护层重新生成。必须指出的是硅钼棒电热元件不宜在 400-700℃范围内长时间使用。否则元件会因低温的强烈氧化作用而粉化。

1、硅钼棒（MoSi₂）的性能

- 1) 再结晶温度 1800℃
- 2) 常温时：硬度高，脆性大，耐高温
- 3) 高温状态形变，垂直平安装较普遍
- 4) 耐温度骤变性好（耐急变性）
- 5) 化学性能稳定，不与酸性材料反应
- 6) 但在高温时，会与碱土金属或低熔点酸盐起反应
- 7) 在加热元件引出端口，一般在密封装置处，以减小热损失
- 8) 形状为“U”形，故安装时因考虑底部有足够的膨胀空间
- 9) 气氛影响：
 - A. 在 NO₂、CO₂、O₂、空气中使用，温度应小于 1700℃
 - B. 在 He、Ar、Ne 中使用，温度应小于 1650℃
 - C. 在 SO₂ 中使用，温度应小于 1600℃
 - D. 在 CO、N₂ 中，温度应小于 1500℃
 - E. 在湿 H₂ 中，温度应小于 1400℃，在干 H₂ 中，温度应小于 1350℃

2、硅钼棒（MoSi₂）的电阻温度特性曲线



硅钼棒电阻— 温度特性曲线

二硅化钼电热组件的电阻率随着温度的升高而迅速增加。在正常操作情况下，组件电阻一般不随使用时间的长短而变化。因此，新旧组件可以混合使用。

五、真空知识和压力单位换算

1. 什么叫真空？

真空是指在有限的空间内，压力低于 101325Pa 的气体状态。在真空状态下，该压力值越小则表示气体越稀薄。

2. 什么叫极限真空（也称为真空度）？

将真空泵与检测容器相连，进行长时间连续抽气，当容器内的气体压力不再下降而维持某一定值时，此压力称为该系统地的极限真空。该值越小则表明越接近理论真空。普通真空表测得的真空值（即：表压）为相对真空度，用负数表示，是指被测气体压力与大气压的差值。

3. 什么叫绝对压力和相对压力？

- 绝对压力是以绝对真空作为基准所表示的压力；相对压力是以大气压力作为基准所表示的压力。
- 由于大多数测压仪表所测得的压力都是相对压力，故相对压力也称表压力。绝对压力与相对压力的换算关系为：绝对压力=相对压力+大气压力
- 如果系统中的绝对压力小于大气压，这时在系统上的绝对压力比大气压小的部分数值称为真空度。即

$$\text{真空度} = \text{大气压} - \text{绝对压力}$$

4. 影响系统真空度的因素？

在炉体的真空密封系统的气密性完好的情况下，真空度的高低取决以抽气系统能力，一般如需粗真空只需配备单极或双极的机械泵即可。若需抽至 10^{-1} Pa，需配备四级机械泵。若需抽至 10^{-3} Pa— 10^{-4} Pa 或更高的真空，须配备分子泵或离子泵。

我国法定压力单位为帕斯卡（简称帕），符号为 Pa，我国常用非法定压力单位为巴、毫巴、托、标准大气压、工程大气压、毫米汞柱等。压力单位换算关系如下：

帕 Pa 或牛顿/米 ² N/m ²	千克力/厘米 ² kgf/cm ² 工程大气压	标准大气压 atm 物理大气压	巴 bar	汞柱（0℃）	
				毫米 托 mmHg Torr	英寸 inHg
1	10.1972×10^{-6}	9.86923×10^{-6}	10^{-5}	7.50062×10^{-3}	295.300×10^{-6}
98.066×10^{-3}	1	0.967492	9.80665	735.560	28.9592
101.325	1.03320	1	1.01325	760.00	29.9213
10^5	1.01972	0.986923	1	750.062	29.5300
133.322	1.35951×10^{-3}	1.31579×10^{-3}	1.33322×10^{-3}	1	3.93700×10^{-2}
3.38639×10^3	3.45316×10^{-2}	3.34211×10^{-2}	3.38639×10^{-2}	25.4000	1

注：

- 1 兆帕(MPa)=1000000 帕(Pa)
- 1 巴(bar)=1000 毫巴(mbar)
- 1 毫巴(mbar)=1000 微巴(μ bar)=1000 达因/厘米²(dyn/cm²)
- 1 托(Torr)=1 毫米汞柱(mmHg)=133.322 帕(Pa)
- 1 工程大气压=1 千克力/厘米²(kgf/cm²)
- 1 物理大气压=1 标准大气压(atm)



地址:安徽省合肥市巢湖市半汤大道与秀湖路交叉口(工投*花山工业园)

电话:0551-65146333

传真:0551-65148123

邮编:230088

服务热线:400 0033 603

安徽贝意克设备技术有限公司